

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-294065  
(43)Date of publication of application : 26.10.1999

(51)Int.Cl. E21D 9/00  
G01N 21/84

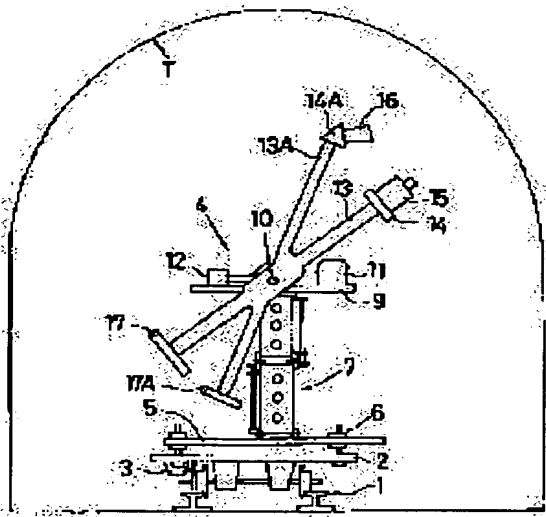
(21)Application number : 10-093034 (71)Applicant : KAJIMA CORP  
(22)Date of filing : 06.04.1998 (72)Inventor : INAO MICHIMIRO  
YAMAMOTO TAKUJI

## (54) TUNNEL WALL SURFACE IMAGE PHOTOGRAPHING METHOD AND DEVICE

### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an image continuing in the circumferential direction by detecting a rotational quantity by rotating a rotary shaft provided with a line sensor camera, and obtaining a moving distance by moving a rotary device in the tunnel axis direction by photographing a circumferential directional image of the tunnel wall surface.

SOLUTION: A bottom plate 5 of a rotary device 4 is arranged on a carriage 2 moving on a guide rail 1 laid in a tunnel T so that a double link stand system height adjusting device 7 is erected on the bottom plate 5. Next, an upper plate 9 is arranged on the tip of the height adjusting device 7, a rotary shaft 10 is supported on the upper plate 9 to be driven by a motor 11, and rotary bars 13, 13A of the rotary shaft 10 are installed to be detected by an encoder 12. Next, a line sensor camera 15 and a lighting system 16 are installed on horizontal bars 14, 14A arranged on the rotary bars 13, 13A, and are adjusted by a position inclination adjusting screw 6 and the height adjusting device 7 to fix the carriage 2. Therefore, the rotary shaft 10 is driven by the motor 11, and the tunnel T wall surface is photographed by rotating the rotary bars 13, 13A to reduce work of an investigation of a trial boring pit and an investigation of the tunnel T wall surface.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]	06.04.1998
[Date of sending the examiner's decision of rejection]	24.12.1999
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]	
[Date of final disposal for application]	
[Patent number]	
[Date of registration]	
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of extinction of right]	

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-294065

(43) 公開日 平成11年(1999)10月26日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

E 2 1 D 9/00

E 2 1 D 9/00

Z

G 0 1 N 21/84

G 0 1 N 21/84

B

審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平10-93034

(22) 出願日 平成10年(1998)4月6日

(71) 出願人 000001373

鹿島建設株式会社

東京都港区元赤坂1丁目2番7号

(72) 発明者 稲生道裕

東京都調布市飛田給二丁目19番1号 鹿島

建設株式会社技術研究所内

(72) 発明者 山本拓治

東京都調布市飛田給二丁目19番1号 鹿島

建設株式会社技術研究所内

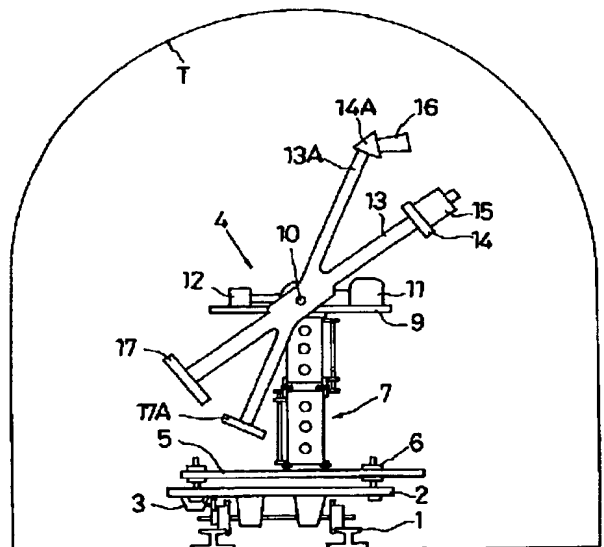
(74) 代理人 弁理士 高橋 敏忠 (外1名)

(54) 【発明の名称】 トンネル壁面画像撮影法及び装置

(57) 【要約】

【課題】 迅速に、且つ精度の良いトンネル掘削岩盤面の展開画像を得ることができるようにして試掘坑調査やトンネル壁面調査の作業の軽減に役立てる。

【解決手段】 トンネル (T) 内に設置した回転装置 (4) にラインセンサーカメラ (15) を取り付け、トンネル壁面周方向にスキャンニングしてトンネル壁面画像を取得し、トンネル軸方向に所定幅だけ回転装置 (4) を移動した後、この操作を繰り返すことにより、トンネル壁面のトンネル軸方向に連続した展開画像を得る。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 トンネル内に設置した回転装置上にライセンサーカメラを取り付け、トンネル壁面周方向にスキャンニングしてトンネル壁面画像を取得し、トンネル軸方向に所定幅だけ回転装置を移動した後、この操作を繰り返すことにより、トンネル軸方向に連続したトンネル壁面展開画像を得ることを特徴とするトンネル壁面画像撮影法。

【請求項2】 取得したトンネル壁面展開画像を、画像処理ソフトを用いて、色調等の調整を行うことを特徴とする請求項1に記載のトンネル壁面画像撮影法。

【請求項3】 トンネル内のガイドレール上を動く台車と、台車上に設置される回転装置とを備え、回転装置は、トンネル軸直交方向の位置調整及び傾き調整される底板と、底板から立設した高さ調整装置の先端に設けた上板と、上板上に回転軸によって支持した回転棒とからなり、回転棒の一端にはライセンサーカメラと照明装置とが取り付けられており、他端には錘が取り付けられており、上板には、回転軸を駆動して回転棒を回転するモータ及び回転棒の回転量を検知するエンコーダーが設けられており、台車には、台車の移動量を検知するエンコーダーが設けられていることを特徴とするトンネル壁面画像撮影装置。

【請求項4】 底板から立設した高さ調整装置が、パンタグラフ式のものであることを特徴とする請求項3に記載のトンネル壁面画像撮影装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、トンネル掘削岩盤面の壁面画像を迅速に取得し、解析する技術に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来から、ダム・原子力発電基礎・地下発電空洞等の岩盤構造物に対する地質調査手法の一つとして、試掘坑調査が行われてきた。

【0003】この調査は、掘削した試掘坑内の壁面に露出する岩盤面に対し、岩石の種類、岩盤等級、断層の位置・幅・走向傾斜・柱状、岩盤節理の走向傾斜・間隔等を目視観察し、試掘坑展開図と呼ばれる図面に記入するものである。

【0004】それらの断層や節理の走向傾斜はクリノメーターによって測定し、岩石の種類、岩盤等級の境界線や断層・節理の位置は支保工等を基準にスケール等で測定している。

【0005】この試掘坑調査は、手間がかかるので、その作業を軽減するものとして、試掘坑壁面の画像を撮影することが考えられ、既に試掘坑の画面画像を撮影する装置が開発されている。

【0006】それは、「坑壁の展開画像作成装置（特許第2562059号）」であるが、これは、壁面画像を凸面鏡によって環状画像として撮影し、画像処理により

環状画像を直線状画像に展開し、順次並べることにより坑壁の連続した展開画像を得るものである。

【0007】また、対象は掘削岩盤面ではないが、トンネル覆工（コンクリート面）に対し、回転装置によりレーザービームをスキャンニングして、トンネル覆工の画像を撮影する装置が開発されている。

【0008】その装置は、レーザービームを細かく絞り、トンネル覆工表面に高速でスキャンニングし、反射光を光センサーで受光し、電気信号に変換してデジタル記録する方式である。この装置により、トンネル覆工におけるクラック等の変状の検査を行う。

【0009】更に、本発明と同一発明者による「TBM壁面画像解析装置及び画像解析法（特願平9-239380号）」があるが、これは、TBM（トンネルボーリンマシン）のルーフ直後に円形アクチュエータを設置し、それにライセンサーカメラを取り付けて回転させることにより、トンネル周方向の掘削岩盤面の壁面画像を撮影する装置である。

【0010】トンネル掘進が所定幅だけ進んだ時点で、周方向画像を撮影するという操作を繰り返し、得られた画像を合成・展開することにより、壁面の展開画像を得ることができる。

## 【0011】

【発明が解決しようとする課題】試掘坑調査は、地質学の専門知識を必要とする上に、手間がかかる作業である。また、断層や節理の位置を図面に記入するに際しても、支保工等を基準に何点かをスケールで測るのみで、位置的な誤差もある程度は生じている。

【0012】「坑壁の展開画像作成装置」は、凸面鏡によりまず環状画像を撮影してそれを展開画像に変換しているので、概ね円形断面にしか適用ができない。そして、撮影方式も本発明とは異なる。

【0013】また、レーザービームによる方式は、トンネル覆工を対象としたもので、トンネル（試掘坑を含む）の掘削岩盤面を対象としたものではない。

## 【0014】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、トンネル内に設置した回転装置上にライセンサーカメラを取り付け、トンネル壁面周方向にスキャンニングしてトンネル壁面画像を取得し、トンネル軸方向に所定幅だけ回転装置を移動した後、この操作を繰り返すことにより、トンネル軸方向に連続したトンネル壁面展開画像を得ることができる。ライセンサーカメラは、トンネル壁面周方向にスキャンニングすれば、周方向に連続した画像を得ることができるので、周方向にゆがみのない画像を得ることができる。また、この画像は正確な周方向のアドレス（位置関係）を持っているので、所定幅毎に取得した画像をトンネル軸方向に正確につなぎ合わせることができる。

## 【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態について、図面を参照して説明する。図1及び図2において、トンネル（試掘坑を含む）T内に敷設したガイドレール1上を動く台車2を設け、その台車2には、エンコーダー3を設け、台車2の車輪の回転をそのエンコーダー3で検知し、台車2のトンネル軸方向の移動量を検知する。

【0016】台車2上に、全体を4で示す回転装置の底板5を設け、この底板5は、位置・傾き調整ネジ6により、トンネル軸直交方向の位置と傾きが調整される。その手段は、例えば、底板5に長孔を形成し、その長孔にボルトを通しナットとで調整するようにする。

【0017】底板5上には、後記する回転軸10がトンネルTの中心軸と一致するように高さ調整するため、ダブルリンクスタンド方式（パンタグラフ式）の高さ調整装置7を立設している。

【0018】図3にダブルリンクスタンド方式の原理図を示す。支柱板7aが荷重を支え、タイロッド7bの伸び縮みによって上板9と底板5との距離が変わり、高さ調整ができる。図4及び図5はこの部分の正面図と側面図とを示す。

【0019】高さ調整装置7の先端に上板9を設け、この上板9上に回転軸10を支持し、回転軸10を上板9上に設けたモータ11で駆動する。回転軸10の先端には、2本の回転棒13、13Aを回転方向に角度を設けて取り付け、これらの回転棒13、13Aの回転量を上板9上に設けたエンコーダー12で検知する（図7参照）。

【0020】回転棒13、13Aの一端にそれぞれ横棒14、14Aを取り付け、その横棒14、14Aには、ラインセンサーカメラ15と照明装置16とをそれぞれ取り付ける。ラインセンサーカメラ15とトンネル壁面Tとの距離を所定の距離（1m程度が適当）にするために、横棒14の取り付け位置は調整できるようになっている。また、回転棒13、13Aの他端には錘17、17Aを取り付ける。

【0021】図6に示すように、照明装置16は、ラインセンサーカメラ15が撮影するトンネルTの壁面に対し、斜めから照明を当てるようにする。これはもし正面から光を当てると、ハレーションにより反射光が直接カメラ15に入り、画像が明るくなり過ぎる状態となるからである。

【0022】トンネル壁面画像の撮影に際しては、位置・傾き調整ネジ6及び高さ調整装置7により、回転軸10がトンネル中心軸と一致するようにして、ガイドレール1上に台車2を固定する。

【0023】そして、その位置でモータ11により回転軸10を駆動し回転棒13、13Aを回転させ、トンネル壁面Tの周方向画像を撮影する。この周方向画像は、トンネル軸方向に所定幅（1～1.5m程度）撮影して

いるので、トンネル軸方向にガイドレール1に沿って台車2を撮影幅より多少少なめに移動し（画像の端ははずみが多いので、画像に多少の重なりを持たせる）、その位置に台車2を固定する。

【0024】次に同様に回転棒13を回転させて、周方向画像を撮影する。この操作を繰り返し、トンネル軸方向に複数の周方向画像を取得する。それぞれの画像データは記録装置により、記録媒体に記録する。

【0025】画像の合成・展開方法を図8に示す。取得した周方向画像データはエンコーダー12により正確な周方向のアドレス（位置関係）を持っており、軸方向には台車2の移動量データを用いて、周方向画像をそれぞれ展開し、軸方向に接続することにより、トンネル壁面展開画像を容易に得ることができる。ただし、画像処理ソフトを用いて、色調等の調整を行う必要がある。

【0026】更に、この壁面展開画像に対し「割れ目解析システム」を用い、画像上でマウスを使い断層・節理等の何点かを指定することにより、断層・節理等の走向・傾斜・幅を求めることができる。

【0027】以上のような、トンネル壁面画像の取得、画像の合成・展開、断層・節理等の解析を行う装置のシステム構成を図9に示す。

【0028】制御器18は、ライセンサーカメラ15及び回転駆動モータ11を制御し、ライセンサーカメラ15による画像データ、エンコーダー12による回転量データとエンコーダー3によるトンネル軸方向移動量データを取得する。これらのデータを記録する装置19及びモニタ20があり、データは記録媒体（例えば、光磁気ディスク）21に記録する。

【0029】画像の合成・展開や断層・節理等の解析は、記録媒体21のデータを解析コンピュータ22に入力して行う。コンピュータ22にはモニタ23及びプリンタ24が設けられている。

【0030】

【発明の効果】本発明は、迅速にトンネル掘削岩盤面の展開画像を得ることができるので、試掘坑調査やトンネル壁面調査の作業の軽減に役立つ。

【0031】展開画像及びそれに基づいて作成された断層・節理等の方向解析図に、多少の現地での観察結果を加えれば、容易に試掘坑展開図或いはトンネル壁面展開図を作成することができる。

【0032】また、従来の試掘坑展開図等には、調査者の主観が入る要素があったので、客観性のある画像記録として残せる効果も期待できる。

【0033】さらに、従来の試掘坑展開図等では、縮尺によって記載できる内容に限度があり、微妙な岩質や色の違い、細かい割れ目や礫の分布等の詳細な情報を表現するのは不可能であったが、この展開画像では、これらも記録することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の回転装置を搭載した台車をトンネル内に設置した状態を示す正面図。

【図2】図1の側面図。

【図3】ダブルリンクスタンド方式の高さ調整装置の原理を示す図。

【図4】トンネル軸直交方向から見た高さ調整装置の部分を示す図。

【図5】トンネル軸方向から見た高さ調整装置の部分を示す図。

【図6】ラインセンサーカメラと照明装置の取り付け部分を示す側面図。

【図7】上板にのせる装置の部分を示す上面図。

【図8】周方向画像の展開・合成方法を示す説明図。

【図9】解析を行うシステムを示す構成図。

【符号の説明】

1・・・ガイドレール

2・・・台車

3・・・エンコーダー

4・・・回転装置

5・・・底板

6・・・位置・傾き調整ネジ

7・・・高さ調整装置

9・・・上板

10・・・回転軸

11・・・駆動モータ

12・・・エンコーダー

13、13A・・・回転棒

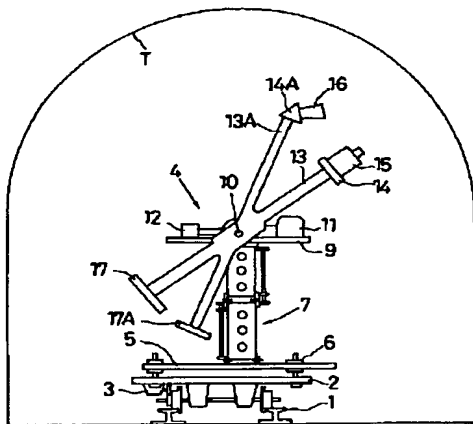
14、14A・・・横棒

15・・・ラインセンサーカメラ

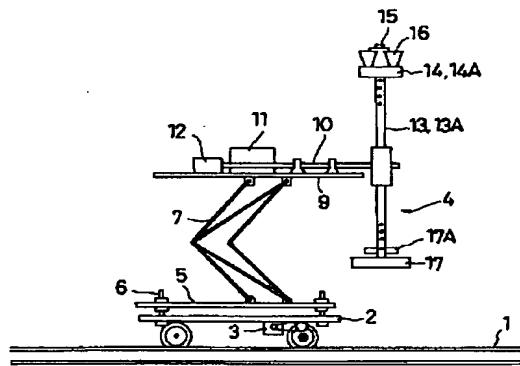
16・・・照明装置

17、17A・・・錘

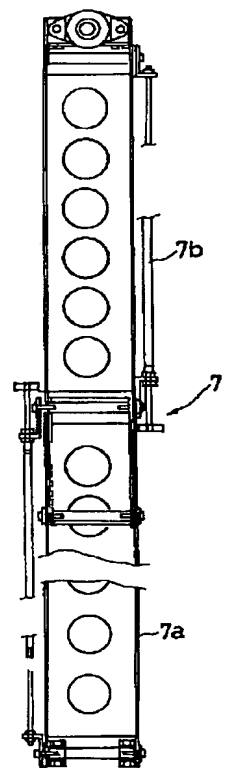
【図1】



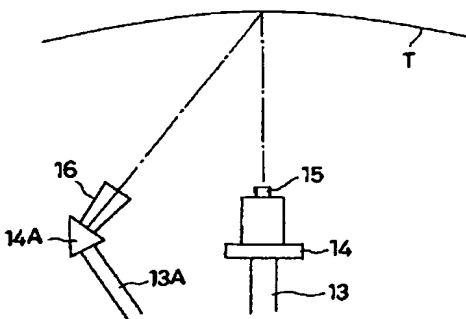
【図2】



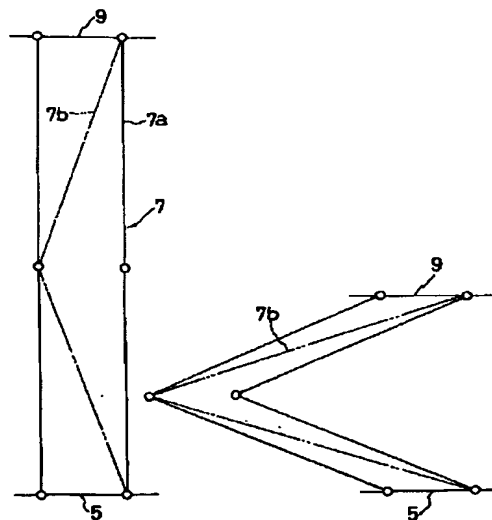
【図5】



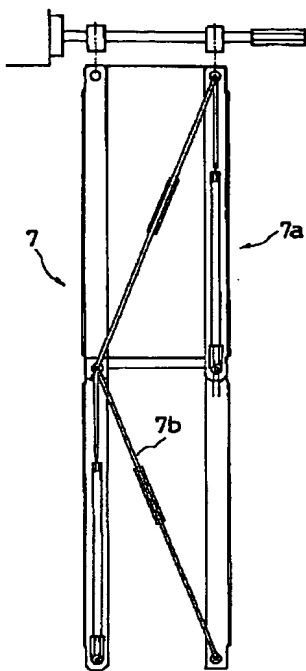
【図6】



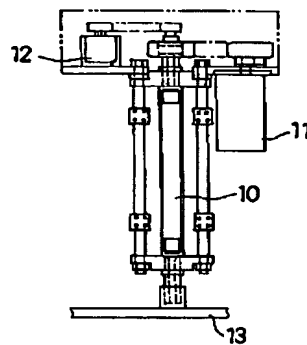
【図3】



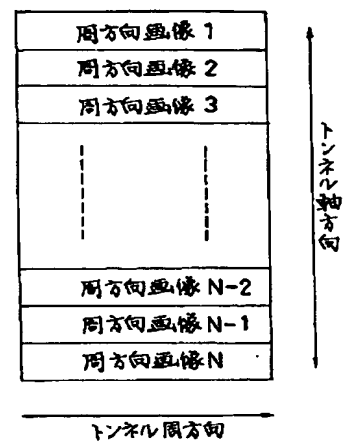
【図 4】



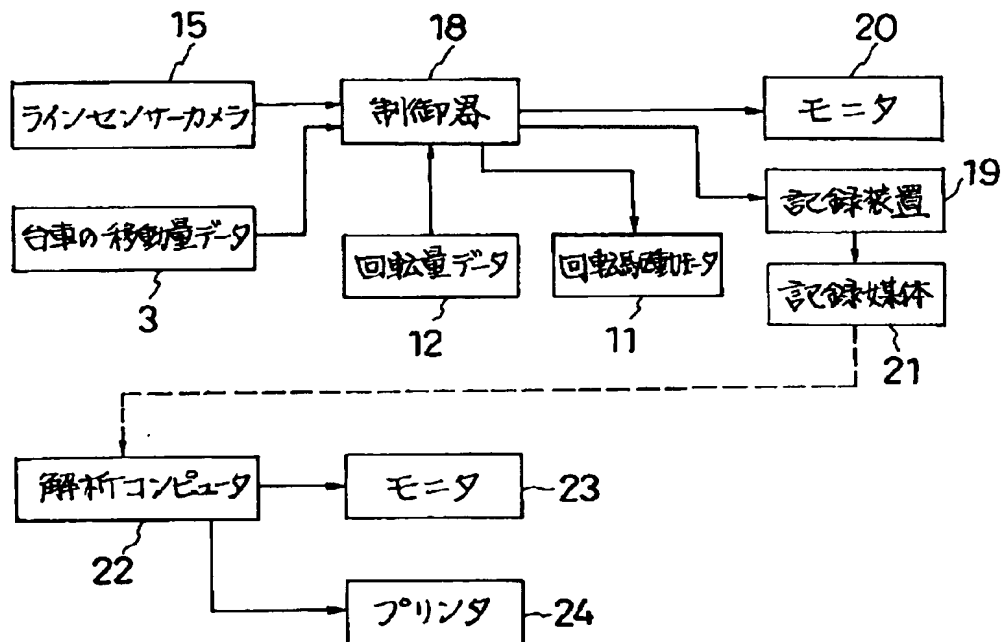
【図 7】



【図 8】



【図 9】





**【手続補正書】****【提出日】**平成 11 年 2 月 23 日**【手続補正 1】****【補正対象書類名】**明細書**【補正対象項目名】**特許請求の範囲**【補正方法】**変更**【補正内容】****【特許請求の範囲】**

**【請求項 1】** ラインセンサーカメラを取付けた回転装置の回転軸をトンネル中心軸と一致するときに調整し、その回転軸を回転させてその回転量をエンコーダーで検知してトンネル壁面の周方向画像を撮影し、トンネルの軸方向に所定幅だけ回転装置を移動させると共にその移動量を求め、上記の操作を繰返してトンネル軸方向に複数の周方向画像を取得し、このようにして取得した周方向画像データを軸方向に接続してトンネル壁面展開画像を得て、これを画像処理ソフトを用いて色調等の調整を行うことを特徴とするトンネル画像撮影法。

**【請求項 2】** トンネル内のガイドレール上を動く台車と、台車上に設置される回転装置とを備え、回転装置は、トンネル軸直交方向の位置調整及び傾き調整される底板と、底板から立設した高さ調整装置の先端に設けた上板と、上板上に回転軸によって支持した回転棒とからなり、回転棒の一端にはラインセンサーカメラと照明装置とが取り付けられており、他端には錘が取り付けられており、上板には、回転軸を駆動して回転棒を回転するモータ及び回転棒の回転量を検知するエンコーダーが設けられており、台車には、台車の移動量を検知するエン

コーダーが設けられていることを特徴とするトンネル壁面画像撮影装置。

**【請求項 3】** 底板から立設した高さ調整装置が、パンタグラフ式のものであることを特徴とする請求項 2 に記載のトンネル壁面画像撮影装置。

**【手続補正 2】****【補正対象書類名】**明細書**【補正対象項目名】**0014**【補正方法】**変更**【補正内容】****【0014】**

**【課題を解決するための手段】**本発明によれば、ラインセンサーカメラを取付けた回転装置の回転軸をトンネル中心軸と一致するときに調整し、その回転軸を回転させてその回転量をエンコーダーで検知してトンネル壁面の周方向画像を撮影し、トンネルの軸方向に所定幅だけ回転装置を移動させると共にその移動量を求め、上記の操作を繰返してトンネル軸方向に複数の周方向画像を取得し、このようにして取得した周方向画像データを軸方向に接続してトンネル壁面展開画像を得て、これを画像処理ソフトを用いて色調等の調整を行うようになっている。ラインセンサーカメラは、トンネル壁面周方向にスキャンニングすれば、周方向に連続した画像を得ることができるので、周方向にゆがみのない画像を得ることができる。また、この画像は正確な周方向のアドレス（位置関係）を持っているので、所定幅毎に取得した画像をトンネル軸方向に正確につなぎ合わせることができる。